



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Reschedule* Reparasi Kapal TB. Pancaran 811 Dan BG. Alike 101 Dengan *Shop Level Planning and Scheduling* Menggunakan Metode *Critical Chain Project Management (CCPM)

Muhammad Faiq Iqbal^{1*)}, Ari Wibawa Budi Santosa¹⁾, Andi Trimulyono¹⁾

¹⁾Laboratorium Kapal-Kapal Kecil Dan Perikanan

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

^{*)}e-mail : mfi.iqb33@gmail.com, arikapal75@gmail.com, andi_trimulyono@undip.ac.id

Abstrak

Kapal diharuskan untuk melakukan perawatan dan perbaikan untuk mempertahankan status layak jalan. Saat melakukan perbaikan sering kali terjadi keterlambatan sehingga membutuhkan suatu Teknik untuk mengelola penjadwalan. Penelitian ini menggunakan metode *Critical Chain Project Management (CCPM)* dan *Shop Level Planning*. Tujuan penelitian ini yaitu membuat *network diagram* jadwal baru, mengetahui durasi total *CCPM*, mengetahui pengaruh durasi waktu dan pemberian *buffer*, mengetahui rantai kritis, menghitung nilai produktivitas bengkel pada rantai kritis. Hasil penelitian ini didapatkan 12 rantai kritis dari 35 kegiatan pada *network diagram*, durasi total waktu yang didapat dengan *Critical Chain Project Management* yaitu selama 23 hari lebih cepat 10 hari atau 30,3 % dari jadwal sebelumnya 33 hari. Hasil yang didapatkan dari perhitungan *project buffer* sebesar 13,5 hari, apabila keseluruhan *buffer* ditambahkan ke waktu pelaksanaan maka waktu penyelesaian proyek menjadi lebih lama dari waktu yang direncanakan. Hasil perhitungan produktivitas bengkel pada jalur kritis yaitu : *Sandblasting* 134,42 m²/mandays, *Painting* 88,10 m²/mandays, *Outfitting* 0,22 ls/mandays dan 1,54 unit/mandays, *Fabrikasi* 16,72 kg/mandays, 0,96 unit/mandays dan 13,3 m/mandays, *Testing UT* 83,33 titik/mandays, dan *Air Test* 0,25 ls/mandays. Berdasarkan hal tersebut metode *Critical Chain Project Management* lebih efektif dan efisien dari jadwal sebelumnya.

Kata Kunci : *Reparasi Kapal, Network Diagram, Critical Chain, Buffer, Shop Level Planning*

1. PENDAHULUAN

Kapal didefinisikan sebagai kendaraan air dengan bentuk dan jenis tertentu yang digerakkan dengan tenaga angin, mekanik dan energi lainnya[1].

Kapal diharuskan melakukan perawatan dan perbaikan untuk mempertahankan status layak jalan. Sesuai dengan peraturan *class*, suatu kapal perlu adanya perbaikan secara berkala dengan jangka waktu yang telah ditentukan. Oleh karena itu perusahaan galangan kapal hendaknya memenuhi permintaan pasar seperti harga jual yang kompetitif, kualitas relative baik, serta ketepatan dan kecepatan waktu dalam proses reparasi kapal[2].

Keterlambatan proyek hamper tidak bisa dihindarkan karena pada setiap praktik

pelaksanaan terdapat berbagai kemungkinan yang dapat menyebabkan keterlambatan[3]. Kegiatan proyek reparasi kapal membutuhkan suatu Teknik yang digunakan untuk mengelola proyek mulai dari perencanaan, penjadwalan dengan pengendalian dari proyek tersebut. Karena padatnya permintaan perbaikan kapal membuat pihak galangan harus menyelesaikan reparasi kapal dengan tepat waktu yang telah ditentukan. Untuk mensiasati hal tersebut maka perlu adanya upaya untuk mengatasi keterlambatan pekerjaan reparasi kapal dengan menggunakan metode *Critical Chain Project Management (CCPM)* untuk menganalisis kegiatan proyek reparasi kapal.

Critical Chain Project Management (CCPM) merupakan metode perencanaan yang berfokus pada pengoptimalisasian kemampuan sumber daya dalam melaksanakan tugas-tugas

dalam proyek[4]. Metode ini mengganti *safety time* dengan *buffer time* yang di aplikasikan pada akhir jalur non kritis dan jalur kritis.

Network planning adalah satu model yang banyak digunakann dalam penyelenggaraan proyek, yang produknya berupa informasi mengenai kegiatan-kegiatan yang ada dalam diagram jaringan kerja yang bersangkutan[5].

Merujuk pada penelitian sebelumnya, penelitian Penerapan Metode *Critical Chain Project Management* dan *Critical Path Method* pada penjadwalan proyek perbaikan kapal BC30002 durasi total proyek dengan *Critical Chain Project Management* adalah selama 71 hari lebih cepat 27 hari dari *Critical Path Method*[6].

Berdasarkan jurnal penelitian penerapan metode *Critical Chain Project Management* untuk perencanaan proyek *very low pressure phase-II* KEI Ltd mendapatkan waktu penyelesaian 370 hari tanpa waktu penyangga apabila seluruh waktu penyangga digunakan menjadi 555 hari[7].

Berdasarkan penelitian tinjauan waktu dan biaya pelaksanaan pekerjaan *bor pile* metode *Critical Chain Project Management* (Kasus : Jembatan Phinisi *Center of Indonesia*) dengan durasi yang didapat adalah selama 104 hari[8].

Berdasarkan penelitian Penjadwalan Multi Proyek Fabrikasi Boiler Menggunakan *Critical Chain Project Management* (Studi Kasus : PT. Indomarine, Malang) dengan durasi total yang didapat adalah selama 82 hari[9].

Berdasarkan penelitian perencanaan dan pengendalian proyej konstruksi dengan metode *Critical Chain Project Management* dan *Root Cause Analysis* dengan durasi pengerjaan 601, 05 hari sudah termasuk dengan *buffer*[10].

Berdasarkan penelitian Implementasi perbandingan *Critical Chain Project Management* dengan *Critical Path Method Repowering* kapal MV. Sinar ambon didapatkan durasi total dengan *Critical Chain Projecct Management* adalah selama 41 hari lebih cepat 6 hari dari *Critical Path Method*[11].

Berdasarkan penelitian perbandingan durasi waktu proyek konstruksi antara metode *Critical Path Method* dengan metode *Critical Chain Project Management* (Studi kasus : Proyek pembangunan Apartemen Menara Rungkut) didapatkan durasi total dengan *Critical chain Project Management* adalah selama 121 hari lebih cepat 48 hari dari *Critical Path Method*[12].

Berdasarkan jurnal penelitian lainnya, Pengendalian waktu proyek dengan metode *Critical Chain Project Management* (Studi kasus : Pembangunan Jalan SMK IT Payakumbuh) didapatkan durasi selama 147 hari apabila *buffer*

time dimasukkan menjadi 197 hari waktu aman untuk proyek pembangunan[13].

Mengacu pada penelitian *Reschedule* reparasi lambung pada kapal TB. Pancaran 811 dan BG. Alika 101 dengan *Shop Level Planning and Scheduling* berbasis CPM yang berdurasi 33 hari[14].

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini akan berfokus pada *Reschedule* reparasi kapal TB. Pancaran 811 dan BG. Alika 101 dengan *Shop Level Planning and Scheduling* menggunakan metode *Critical Chain Project Management* (CCPM).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan *schedule* baru setelah dilakukan Analisa *network diagram* dengan *Critical Chain Project Management*, mengetahui durasi total waktu yang didapat dengan saat menerapkan *Critical Chain Project Management*, mengetahui pengaruh pengurangan durasi waktu dan pemberian *buffer*, mengetahui rantai kritis reparasi, mengetahui nilai produktivitas tiap bengkel pada rantai kritis.

2. METODE

Objek Penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah *main schedule* dan *repair list* dari pekerjaan reparasi lambung TB. Pancaran 811 dan BG. Alika 101. Yang mana perbaikan kapal tersebut dilakukan di PT. Dutabahari Menara Line Dockyard Banjarmasin.

Tabel 1. Ukuran Utama Kapal

Dimensi Kapal	TB. Pancaran 811	BG. Alika 101
<i>LOA</i>	26,22 m	87,8 m
<i>B (Moulded)</i>	7,50 m	24,38 m
<i>H (Moulded)</i>	3,40 m	5,49 m
<i>Gross Tonnage (GT)</i>	178 GRT	3267 GRT
<i>Net Tonnage (NT)</i>	54 NT	981 NT

Keterangan :

LOA (Length Over All) : Panjang keseluruhan kapal yang dihitung dari ujung haluan sampai ujung buritan kapal,

B : Lebar kapal yang diukur pada sisi dalam plat di tengah kapal,

H : Tinggi kapal yang diukur dari garis dasar sampai dengan sisi geladak kapal pada bagian tengah kapal,

Gross Tonnage : Volume kapal yang dinyatakan dalam tonase kotor,

Net Tonnage : Volume kapal yang dinyatakan dakam tonase bersih.

Pengumpulan data pada penelitian ini adalah data sekunder yang berupa ukuran utama kapal, *repair list*, dan *main schedule*. Data pendukung yang digunakan untuk melengkapi data sekunder yaitu jurnal, buku, internet dan penelitian sebelumnya.

Tahap Pengolahan data pada penelitian ini dimulai dari pengumpulan data TB. Pancaran 811 dan BG. Alika 101, selanjutnya melakukan pengaplikasian metode *Critical Chain Project Management* dengan melakukan pengurangan durasi, kemudian melakukan analisa *Network Planning* untuk mendapatkan durasi dari perhitungan *network diagram* dan mencari rantai kritis.

Menghitung *Buffer* untuk menentukan *Project Buffer* dan *Feeding Buffer*. Dilanjutkan dengan menghitung nilai produktivitas harian dan produktivitas tiap bengkel.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengumpulan data penelitian serta dilanjutkan pengolahan data sehingga didapatkan hasil penelitian. Berikut merupakan pembahasan serta hasil analisa pada penelitian ini.

3.1. Pengaplikasian Metode *Critical Chain Project Management* (CCPM)

Mengaplikasikan metode *Critical Chain Project Management* menggunakan *Microsoft Project* dengan melakukan tahapan – tahapan tertentu untuk mendapatkan hasil yang sesuai.

3.1.1. Pengurangan Durasi Proyek

Langkah pertama adalah melakukan pengurangan durasi setiap kegiatan sebesar 50 % dari durasi sebelumnya.

Tabel 2. Pengurangan Durasi

Kode	Pekerjaan	Durasi sebelumnya	Durasi CCPM
A1	<i>Anchor Pocket and Hawse Pipe</i>	5	2,5
A2	Bolder	13	6,5
A3	Daprah	5	2,5
A4	Bongkar Pasang Zinc Anode	5	2,5
A5	<i>Replate</i> rumah <i>windlass</i> dan acc	5	2,5
A6	<i>Replating bottom</i>	29	14,5
A7	<i>Replating bottop</i>	11	5,5
A8	<i>Replating maindeck</i>	29	14,5
P1	<i>Scraping</i>	1	0,5
P2	<i>Sandblasting</i>	1	0,5
P3	<i>Painting</i>	5	2,5

P4	Pengecatan draft dan nama kapal	4	2
P5	<i>Sea chest</i> , saringan dan katup-katup laut	10	5
P6	<i>Zinc Anode</i>	3	1,5
P7	Rantai, bak rantai dan jangkar	8	4
P8	<i>UT</i>	6	3
P9	<i>Replating</i>	21	10,5
P10	<i>Piping</i>	3	1,5
P11	<i>Outfitting</i>	21	10,5
P12	<i>Air Test</i>	4	2
A9	Fabrikasi/install <i>Side board</i>	29	14,5
A10	<i>Croup</i> setempat dinding <i>side board</i>	11	5,5
A11	Perbaikan kupingan tarikan BG	6	3
A12	Fabrikasi Bolder	13	6,5
A13	Bongkar/pasang bolder kiri	5	2,5
A14	Bongkar/pasang bolder kanan	5	2,5
A15	<i>Scraping</i>	2	1
A16	<i>Bottom blasting</i>	1	0,5
A17	<i>Bottom painting</i>	9	4,5
A18	<i>Bottom and Top Side Blasting</i>	1	0,5
A19	<i>Bottom and Top side Painting</i>	4	2
A20	<i>Finishing paint/marking</i>	2	1
A21	Inspeksi klas dan <i>Statutory</i>	2	1
A22	<i>NDT/UT</i>	4	2
A23	<i>Air Test</i>	2	1

Tabel 2 menunjukkan pengurangan durasi kegiatan sebesar 50% , setelah itu dilanjutkan dengan menentukan hubungan antar aktivitas berdasarkan *predecessor* dan *successor*.

3.1.2. Analisa Jadwal Pada *Microsoft Project*.

Analisa jadwal pada *Microsoft Project* dilakukan setelah melakukan pengurangan durasi dan penentuan hubungan antar aktivitas. Penjadwalan tersebut dijadwalkan selambat mungkin (*As Late As Possible*) berdasarkan tanggal akhir proyek.

Tabel 3. Penjadwalan CCPM pada *Microsoft Project*

Kode	Task Name	Durasi	Predecessors	Successors
	Jadwal TB. Pancaran 811 dan BG. Alika 101	23		

	GENERAL	18,5		
A1	Anchor Pocket and hawse pipe	2,5	35SS+1	44SS+2
A2	Bolder	6,5	44SS	8FS+1
A3	Daprah	2,5	6FF+1	19FF
A4	Bongkar pasang zinc anode	2,5	11FF+3	5FF+1
	DECK MACHINERY SYSTEM	2,5		
A5	Replate rumah windlass dan acc	2,5	4FS+1	37FS+2

Tabel 3. Menunjukkan penjadwalan dilakukan dengan menggunakan *microsoft project* yang mana proses ini memasukkan durasi yang telah dikurangi dan hubungan antar aktivitasnya, dilanjutkan melakukan analisa *network diagram* untuk mengetahui durasi, *Total Float* dan rantai kritis.

3.2. Analisa Network Diagram

Network Diagram adalah gambaran hubungan antar aktivitas pekerjaan pada *Network Planning*. *Network Diagram* berfungsi melakukan perhitungan waktu tercepat aktivitas dimulai, waktu tercepat selesai, waktu terlama aktivitas dimulai, serta waktu tenggang kegiatan.

Tabel 4. Perhitungan *Network Diagram* Rantai kritis

Kode	Pekerjaan	ES	EF	LS	LF	TF
A15	Scraping	0	1	0	1	0
P1	Scraping	2	2	2	2	0
P2	Sandblasting	2	2	2	2	0
P8	UT	2	5	2	5	0
P9	Replating	4	14	4	14	0
P4	Pengecatan draft dan nama kapal	6	8	6	8	0
P6	Zinc Anode	8	9	8	9	0
P5	Sea chest, saringan dan katup-katup laut	11	16	11	16	0
P12	Air Test	19	21	19	21	0
A17	Bottom painting	19	23	19	23	0
A19	Bottom and Top side Painting	22	23	22	23	0
A20	Finishing paint/markings	23	23	23	23	0

Keterangan :

ES : Waktu tercepat dimulai (*Early Start*)

EF : Waktu tercepat selesai (*Early Finish*)
 LS : Waktu terlama dimulai (*Late Start*)
 LF : Waktu terlama selesai (*Late Finish*)
 TF : Waktu tenggang kegiatan (*Total Float*)

3.3. Rantai Kritis (Critical Chain)

Rantai kritis (*Critical Chain*) merupakan deretan aktivitas kritis mulai dari aktivitas awal hingga aktivitas terakhir suatu proyek. Pada jalur tersebut ada aktivitas yang jika tertunda akan mempengaruhi aktivitas yang lain. Berdasarkan analisa perhitungan *network diagram* didapatkan rantai kritis yang memiliki *Total Float* = 0.

Tabel 5. Rantai Kritis

Kode	Pekerjaan	Durasi CCPM
A15	Scraping	1
P1	Scraping	0,5
P2	Sandblasting	0,5
P8	UT	3
P9	Replating	10,5
P4	Pengecatan draft dan nama kapal	2
P6	Zinc Anode	1,5
P5	Sea chest, saringan dan katup-katup laut	5
P12	Air Test	2
A17	Bottom painting	4,5
A19	Bottom and Top side Painting	2
A20	Finishing paint/markings	1

Berdasarkan Tabel 5 didapatkan 12 rantai kritis dari 35 kegiatan dikarenakan memiliki *Total Float* = 0.

3.4. Menghitung Buffer

Perhitungan *buffer* dilakukan setelah melakukan Analisa jadwal dan rantai kritis dilanjutkan dengan memasukkan *buffer time* karena pengurangan durasi pada metode ini menyebabkan resiko keterlambatan semakin besar. Oleh sebab itu, *buffer* atau waktu penyangga harus diaplikasikan. Pada penelitian ini digunakan metode *Root Square Method* (RSEM). Besarnya *buffer* didapat dengan menyelesaikan persamaan (1)[15]:

$$B = 2 \times \sqrt{\left(\frac{S_1 - A_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{S_2 - A_2}{2}\right)^2 + \dots + \left(\frac{S_n - A_n}{2}\right)^2} \quad (1)$$

Dimana B adalah *Buffer size*, S adalah durasi waktu jadwal sebelumnya, A adalah durasi waktu jadwal CCPM.

3.4.1. Menghitung Project Buffer

Menghitung *project buffer* yang akan ditambahkan pada akhir proyek untuk melindungi waktu akhir, perhitungan *project buffer* menggunakan persamaan (1).

Tabel 6. *Project Buffer*

Kode	Pekerjaan	S	A	$((S-A/2)^2)$
A15	Scraping	2	1	0,25
P1	Scraping	1	0,5	0,0625
P2	Sandblasting	1	0,5	0,0625
P8	UT	6	3	2,25
P9	Replating	21	10,5	27,5625
P4	Pengecatan draft dan nama kapal	4	2	1
P6	Zinc Anode	3	1,5	0,5625
P5	Sea chest, saringan dan katup-katup laut	10	5	6,25
P12	Air Test	4	2	1
A17	Bottom painting	9	4,5	5,0625
A19	Bottom and Top side Painting	4	2	1
A20	Finishing paint/markings	2	1	0,25

Perhitungan Tabel 5 menunjukkan total *project buffer* sebesar 45,3125 sehingga *project buffer* yang didapat sebesar 13,5 hari.

3.4.2. Menghitung Feeding Buffer

Menghitung *feeding buffer* yang akan ditambahkan pada akhir jalur non kritis. Perhitungan *feeding buffer* menggunakan persamaan (1) dengan hasil dapat dilihat pada Tabel 7 sampai Tabel 12.

Tabel 7. *Feeding Buffer 1*

Kode	Pekerjaan	S	A	$((S-A/2)^2)$
A15	Scraping	2	1	0,25
P1	Scraping	1	0,5	0,0625
P2	Sandblasting	1	0,5	0,0625
P8	UT	6	3	2,25
P10	Piping	3	1,5	0,5625
P11	Outfitting	21	10,5	27,5625

Perhitungan Tabel 7 menunjukkan total sebesar 30,75 sehingga *feeding buffer 1* yang didapat sebesar 11,09 hari.

Tabel 8. *Feeding Buffer 2*

Kode	Pekerjaan	S	A	$((S-A/2)^2)$
A15	Scraping	2	1	0,25
A16	Bottom blasting	1	0,5	0,0625
A9	Fabrikasi/Install Side board	29	14,5	52,5625
A10	Croup setempat dinding Side board	11	5,5	7,5625

Perhitungan Tabel 8 menunjukkan total sebesar 60,44 sehingga *feeding buffer 2* yang didapat sebesar 15,5 hari.

Tabel 9. *Feeding Buffer 3*

Kode	Pekerjaan	S	A	$((S-A/2)^2)$
A15	Scraping	2	1	0,25
A16	Bottom blasting	1	0,5	0,0625
A18	Bottop & Topside blasting	1	0,5	0,0625
A6	Replating bottom	29	14,5	52,5625
A8	Replating maindeck	29	14,5	52,5625

Perhitungan Tabel 9 menunjukkan total sebesar 105,5 sehingga *feeding buffer 3* yang didapat sebesar 20,5 hari.

Tabel 10. *Feeding Buffer 4*

Kode	Pekerjaan	S	A	$((S-A/2)^2)$
A15	Scraping	2	1	0,25
A16	Bottom blasting	1	0,5	0,0625
A12	Fabrikasi bolder	13	6,5	10,5625
A13	Bongkar/pasang bolder kiri	5	2,5	1,5625
A14	Bongkar/pasang bolder kanan	5	2,5	1,5625
P3	Painting	5	2,5	1,5625
A7	Replating bottop	11	5,5	7,5625
A4	Bongkar/pasang Zinc Anode	5	2,5	1,5625
A3	Daprah	5	2,5	1,5625
P7	Rantai, bak rantai dan jangkar	8	4	4

Perhitungan Tabel 10 menunjukkan total sebesar 30,25 sehingga *feeding buffer 4* yang didapat sebesar 11 hari.

Tabel 11. *Feeding Buffer 5*

Kode	Pekerjaan	S	A	$((S-A/2)^2)$
A15	Scraping	2	1	0,25
A16	Bottom blasting	1	0,5	0,0625
A12	Fabrikasi bolder	13	6,5	10,5625

A13	Bongkar/pasang bolder kiri	5	2,5	1,5625
A14	Bongkar/pasang bolder kanan	5	2,5	1,5625
A11	Perbaikan kupingan tarikan BG	6	3	2,25
A21	Inspeksi klas & Statutory	2	1	0,25
A23	Air Test	2	1	0,25

Perhitungan Tabel 11 menunjukkan total sebesar 16,75 sehingga *feeding buffer* 5 yang didapat sebesar 8,2 hari.

Tabel 12. *Feeding Buffer* 6

Kode	Pekerjaan	S	A	$((S-A/2)^2)$
A15	Scraping	2	1	0,25
A1	Anchor pocket and howse pipe	5	2,5	1,5625
A2	Bolder	4	2	1
A5	Replate rumah windlass dan acc	13	6,5	10,5625
A22	NDT/UT	5	2,5	1,5625

Perhitungan Tabel 12 menunjukkan total sebesar 14,94 sehingga *feeding buffer* 6 yang didapat sebesar 7,7 hari.

3.5. Perhitungan Produktivitas

Produktivitas merupakan perbandingan dari total output dengan total input. Perhitungan produktivitas dilaksanakan pada kegiatan yang berada di rantai kritis serta produktivitas pada setiap bengkel pada rantai kritis.

3.5.1. Produktivitas Harian Pada Rantai Kritis

Produktivitas harian rasio antara volume pekerjaan dengan durasi pekerjaan. Bisa diselesaikan dengan persamaan (2).

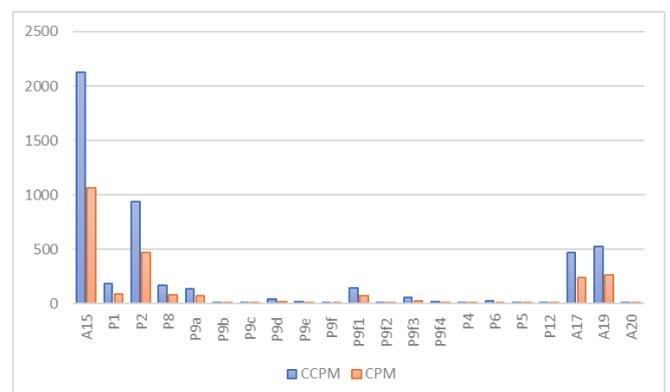
$$PrH = \frac{Vp}{Dp} \quad (2)$$

Dimana *PrH* adalah Produktivitas Harian, *Vp* adalah Volume Pekerjaan, *Dp* adalah Durasi Pekerjaan.

Tabel 12. Perhitungan Produktivitas Harian Rantai Kritis

Kode	Pekerjaan	Dp	Vp	PrH
A15	Scraping	1	2128,91	2128,91 m ²
P1	Scraping	0,5	91,59	183,18 m ²
P2	Sandblasting	0,5	467,93	935,86 m ²
P8	UT	3	500	166,67 titik
P9	Replating			

P9a	Replating lambung dan bottom	5	700	140 kg
P9b	Replating tudung blower	0,5	2	4 unit
P9c	Perbaikan pintu kamasr mesin kiri	0,5	2	4 unit
P9d	Perbaikan top bulwark kiri	1	40	40 m
P9e	Perbaikan stantion/bracket bulwark	0,5	7	14 unit
P9f	Perbaikan anak tangga masuk ke kamar mesin	0,5	2	4 unit
Pelat dinding ruang salon & kamar Co				
P9f ₁	1. Pelat ukuran	1	141,3	141,3 kg
P9f ₂	2. Profil Siku	0,5	5	10 unit
Replating bottom bolong				
P9f ₃	1. Ukuran	0,5	28	56 kg
P9f ₄	2. Flat bar	0,5	8	16 unit
P4	Pengecatan draft dan nama kapal	2	1	0,5 ls
P6	Zinc Anode	1,5	40	26,67 unit
P5	Sea chest, saringan dan katup-katup laut	5	20	4 unit
P12	Air Test	2	1	0,5 ls
A17	Bottom painting	4,5	2128,91	473,09 m ²
A19	Bottom and Top side Painting	2	1042,85	521,43 m ²
A20	Finishing paint/marking	1	1	1 ls



Gambar 1. Grafik Perbandingan Produktivitas Harian

Berdasarkan gambar 1 menunjukkan produktivitas harian dengan menggunakan metode

Critical Chain Project Management tingkat produktivitas harian volume yang harus dicapai meningkat daripada sebelumnya.

3.5.2. Produktivitas Tingkat Bengkel Pada Rantai Kritis

Perhitungan produktivitas tingkat bengkel merupakan perhitungan nilai produktivitas dari tiap-tiap bengkel berdasarkan item pekerjaan.. Perhitungan produktivitas tiap bengkel dapat diselesaikan dengan persamaan (3).

$$PrM = \frac{Vp}{Dp \times Tk} \quad (3)$$

Dimana *PrM* adalah Produktivitas *mandays*, *Vp* adalah Volume Pekerjaan, *Dp* adalah Durasi Pekerjaan, *Tk* adalah Tenaga Kerja.

Perhitungan tingkat bengkel dalam penelitian ini yang terletak pada rantai kritis mencakup *sandblasting*, *painting*, *outfitting*, *fabrikasi*, dan *Testing*.

Tabel 13. Produktivitas Bengkel Pada Rantai Kritis

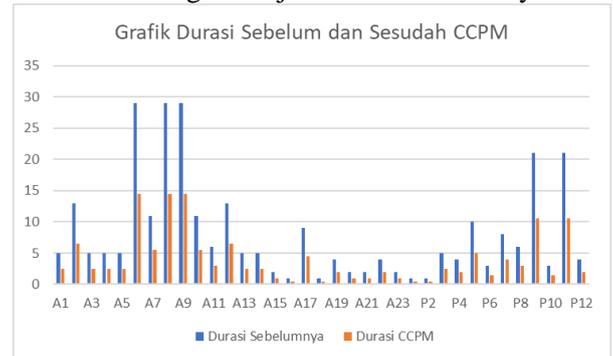
Bengkel	Vp	Dp (Hari)	Tk (Orang)	Produktivitas /mandays
<i>Sandblasting</i>	2688,43 m ²	2	10	134,42 m ²
<i>Painting</i>	3171,76 m ²	4,5	8	88,10 m ²
<i>Outfitting</i>	2 ls 60 unit	3 6,5	3 6	0,22 ls, 1,54 unit
<i>Fabrikasi</i>	869,3kg 26 unit	6,5 3	8 9	16,72 kg, 0,96 unit,
<i>Testing</i>	40 m 500 titik 2 ls	1 3 2	3 2 2	13,33 m, 83,33 titik, 0,25 ls

Berdasarkan Tabel 13 perhitungan produktivitas tingkat bengkel ini menunjukkan volume yang harus dicapai seluruh tenaga kerja dalam setiap bengkel perharinya.

3.6. Penjadwalan Metode *Critical Chain Project Management*

Berdasarkan semua tahapan yang telah dilakukan sebelumnya. Akhirnya terbentuk jadwal dengan menggunakan metode *Critical Chain Project Management*. Berikut merupakan perbandingan durasi jadwal

CCPM dengan jadwal sebelumnya.



Gambar 2. Grafik perbandingan Durasi CCPM dengan durasi sebelumnya

Berdasarkan gambar 2 perbandingan durasi *Critical Chain Project Management* dengan jadwal sebelumnya, apabila durasi *Critical Chain Project Management* diaplikasikan di *Microsoft Project* dengan tahapan – tahapan yang lain, maka mengalami percepatan 10 hari atau sebesar 30,3 % menjadi 23 hari dari 33 hari pada jadwal sebelumnya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan Analisa hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut : 1) Analisa pembuatan *network planning* didapatkan *network diagram* dengan total 35 kegiatan. 2) Durasi total dengan menggunakan metode *Critical chain Project Management (CCPM)* adalah selama 23 hari lebih cepat 10 hari atau 30,3 % dari jadwal sebelumnya 33 hari. 3) Dengan adanya pengurangan durasi menghasilkan waktu lebih cepat 10 hari dari waktu perencanaan awal. Hal ini dikarenakan pada metode CCPM dilakukan pemotongan durasi tiap kegiatan sebesar 50%. Diakhir rantai kritis diberikan *project buffer* sebesar 13,5 hari namun apabila pelaksanaan dilapangan menghabiskan seluruh *buffer* yang disediakan maka waktu penyelesaian proyek menjadi lebih lama dari pada waktu yang direncanakan sebelumnya. 4) Terdapat 12 rantai kritis yang didapat dari 35 kegiatan. 5) Hasil perhitungan produktivitas bengkel pada rantai kritis adalah *Sandblasting* 134,42 m²/mandays, *Painting* 88,10 m²/mandays, *Outfitting* 0,22 ls/mandays dan 1,54 unit/mandays, *Fabrikasi* 16,72 kg/mandays, 0,96 unit/mandays, dan 13,33 m/mandays, *Testing* 83,33 titik/mandays, dan 0,25 ls/mandays

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pemerintah Pusat, *Undang-undang (UU) tentang Pelayaran*. LN.2008/NO.64, TLN NO.4849, LL SETNEG : 132 HLM, 2008. Accessed: Feb. 06, 2023. [Online]. Available: <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/39060/uu-no-17-tahun-2008>
- [2] J. Heizer and B. Render, "Operation Management, Manajemen Operasi edisi 7, Buku 1," *Penerbit Salemba Empat*. Jakarta, 2005.
- [3] B. Proboyo, "KETERLAMBATAN WAKTU PELAKSANAAN PROYEK KLASIFIKASI DAN PERINGKAT DARI PENYEBAB-PENYEBABNYA," *Civil Engineering Dimension*, vol. 1, no. 1 SE-, pp. 46–58, Jun. 2004, doi: 10.9744/ced.1.1.pp. 46-58.
- [4] E. M. Goldratt, *Critical chain*. Routledge, 2017.
- [5] A. Somantri, "Studi Tentang Perencanaan Waktu dan Biaya Proyek Penambahan Ruang Kelas Di Politeknik Manufaktur Pada PT Haryang Kuning." Universitas Widyatama, 2005.
- [6] G. Wirawan, "Penerapan Metode Critical Chain Project Management (CCPM) Dan Critical Path Method (CPM) Pada Penjadwalan Proyek Perbaikan Kapal BC30002," *Tugas Akhir, ITS*, 2017.
- [7] S. R. Nasution and R. -, "PENERAPAN METODE CRITICAL CHAIN PROJECT MANAGEMENT UNTUK PERENCANAAN PROYEK VERY LOW PRESSURE PHASE-II KEI Ltd," *JURNAL TEKNOLOGI TECHNOSCIENTIA*, vol. 6, no. 2 SE-Articles, pp. 211–221, Feb. 2014, doi: 10.34151/technoscientia.v6i2.573.
- [8] Y. Idrus, W. Arifin, M. Maruddin, M. Ulfah, and Y. Mardiana, "Tinjauan Waktu dan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Bor Pile Metode Critical Chain Project Management (Kasus: Jembatan Phinisi Center Point of Indonesia)," *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, vol. 5, no. 3 SE-Articles, Oct. 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.ft.umi.ac.id/index.php/jtsm/article/view/203>
- [9] R. M. S. T. Sinaga, Sugiono, and H. Ihwan, "Penjadwalan Multi Proyek Fabrikasi Boiler Menggunakan Critical Chain Project Management (Studi Kasus : PT. Indomarine, Malang)," *Jurnal Teknik Industri, Universitas Brawijaya*, vol. 4, no. 8, 2021, [Online]. Available: <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/145100>
- [10] W. Utama and B. Syairudin, "Perencanaan dan Pengendalian Proyek Konstruksi dengan Metode Critical Chain Project Management dan Root Cause Analysis," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 9, no. 2, pp. F157–F163, 2021.
- [11] T. A. Sudarminto and I. P. Mulyatno, "Implementasi Perbandingan Critical Chain Project Management dengan Critical Path Method Repowering Kapal MV. Sinar Ambon," *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 8, no. 2, pp. 222–230, 2020.
- [12] M. F. N. Aulady and C. Orleans, "Perbandingan Durasi Waktu Proyek Konstruksi Antara Metode Critical Path Method (CPM) dengan Metode Critical Chain Project Management (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Apartemen Menara Rungkut)," *Jurnal Iptek*, vol. 20, no. 1, pp. 13–24, 2016.
- [13] S. Suherman, "Pengendalian Waktu Proyek dengan Menggunakan Metode Critical Chain Project Management (Ccpm)(Studi Kasus: Pembangunan Jalan SMK IT Payakumbuh)," *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, vol. 2, no. 2, pp. 103–111, 2016.
- [14] M. Fatimah, I. P. Mulyatno, and D. Chrismianto, "Reschedule Reparasi Lambung Pada Kapal TB. Pancaran 811

dan BG. Alike 101 Dengan Shop Level Planning and Schedulling Berbasis CPM,” *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 10, no. 4, 2022.

- [15] R. C. Newbold, *Project management in the fast lane: applying the theory of constraints*. CRC Press, 1998.